



## **Calidad microbiológica del agua en los sitios de recolección de conchas negras (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*). Chinandega-Nicaragua.**



2007

## AUTORES

Sandoval Palacios, Erick José.  
Saborío Coze, Agnés

Colaboradores  
Nelvia del Socorro Hernández  
Eufrecia Cristina Balladares

Centro de Investigación de Ecosistemas Acuáticos  
Universidad Centroamericana

[ericks@ns.uca.edu.ni](mailto:ericks@ns.uca.edu.ni)

## RESUMEN

El molusco *Anadara tuberculosa* o *Anadara similis* conocidas en Nicaragua como “concha negra” se extraen del fango de los Esteros, y por lo tanto reciben por medio de las escorrentías desechos orgánicos provenientes de la ganadería y también es sujeta a contaminación por infiltración de agua proveniente de las letrinas. Por su hábitat y su alimentación (filtradoras) hacen que éstas conchas sean susceptibles a contaminarse; aumentándose el riesgo al ser consumidas crudas. Se muestreó agua de los Esteros Padre Ramos, Aserradores y El Realejo, y fueron analizadas microbiológicamente con el objeto de valorar el contenido de *Echerichia Coli*, *Salmonella spp* y *Vibrio parahaemolyticus*.

Se observó que durante los meses de inviernos los valores de *E.coli* estuvieron por encima de los límites permisibles y durante los meses de verano los niveles de *E.coli* estuvieron dentro de los límites permisibles. La bacteria *Salmonella spp* no se encontró en ninguno de los esteros estudiados, los niveles de *Vibrio parahaemolyticus* estuvieron dentro de los límites permitidos.

Se recomendó continuar la investigación para probar métodos de depuración, a fin de bajar los contenidos bacteriológicos de las conchas previas a ser consumidas, así como capacitar en métodos de buenas prácticas de las conchas.

## PALABRAS CLAVE

Conchas negras, Contaminación fecal, Riesgo sanitario.

## TITLE

Microbiological water quality in collection sites of black shells (*Anadara tuberculosis* and *Anadara similis*). Chinandega, Nicaragua.

## **ABSTRACT**

The mollusc *Anadara tuberculosa* or black shells is extracted from the estuaries Padre Ramos, Aserradores and El Realejo, these estuaries by receiving runoff discharges of organic wastes coming from pastures and infiltration of bacteria in sub soil by bad location of latrines for residents of these estuaries. Samples of water were collected in the Estuaries and microbiological were analyzed in order to assess the contents of *Escherichia Coli*, *Salmonella* spp and *Vibrio parahaemolyticus*.

It was observed that during winters month's values of *E. Coli* were above the allowable limits and that during the summer months, the levels of *E. Coli* were within the permissible limits. The bacterium *Salmonella* spp were not found in any of the estuaries studied, while levels of *vibrio parahaemolyticus* were within the limits permitted.

It recommended further research to test methods of purification, in order to lower the bacteriological content of the black shells prior to being consumed, as well as training in methods of Practice shells.

## **PALABRAS CLAVE**

Black cockle, Fecal contamination, Sanitary risk.

## INTRODUCCIÓN

En años recientes se ha incrementado la preocupación del sector público por la inocuidad de los alimentos para el consumo humano. En el caso de moluscos, recobra especial importancia ya que estas especies viven en ambientes diversos y son filtradoras, convirtiéndose de ésta manera en concentradoras de bacterias, virus y toxinas.

Para evitar el consumo de moluscos contaminados algunos países han elaborado Códigos de Buenas Practicas de Producción Acuícola de los Moluscos Bivalvos, en donde se incluye: la selección adecuada del área de cultivo o cosecha, programas de monitoreo y control del agua, alimentos, procesos etc., inspección final del producto y programas de entrenamiento para personal involucrado, sobre todo se han determinado estándares permisibles (Jahnecke et al., 2002).

En Nicaragua la extracción de moluscos es una actividad totalmente artesanal, y se ubica en la franja norte del litoral Pacífico en zonas aledañas a los complejos estuarinos (Estero Real, Corinto, Padre Ramos, El Realejo, Aserradores) y en la zona sureste (San Juan del Sur y Ostional) (CIDEA, 2005).

Las conchas negras habitan principalmente en las raíces del mangle rojo, estos moluscos bivalvos filtran hasta 50 litros de agua por día, convirtiéndose de esta manera en concentradores de bacterias, virus y residuos químicos en sus tejidos. Dentro de los tejidos de las conchas negras las bacterias se conservan vivas ya que por el efecto de filtración de la concha obtienen los nutrientes necesarios para alimentarse y sobrevivir.

Alrededor de 2000 personas promedio están dedicadas a la extracción de conchas negras, distribuidas en doce playas y la extracción promedio por persona es de siete docenas por día, en un promedio de 22 días por mes y en periodos de 7 a 10 meses, especialmente durante el verano. Las extracciones anual calculadas de las dos especies denominadas o conocidas como conchas negras (*Anadara tuberculosa* y *Anadara similis*) es de 1,088,680 y 1,368,780 respectivamente (CIDEA, 2005).

La zona de Aserradores, Padre Ramos y El Realejo son las tres zonas de mayor extracción de la concha negra aproximadamente el 90% de la extracción total del país (CIDEA, 2005).

La distribución del producto a nivel nacional se hace por medio de intermediarios, interviniendo de 3 a 5 hasta llegar al consumidor. Los productos se pueden encontrar en mercados populares, supermercados, marisquerías, restaurantes y bares. La concha negra, es el molusco bivalvo de mayor consumo nacional.

En la mayoría de los restaurantes se ignora el origen de estos moluscos y su estado de inocuidad. El riesgo aumenta debido a que estas conchas negras son consumidas crudas. Al consumirse un molusco contaminado con bacterias patógenas, puede ocasionar infección gastrointestinal en el consumidor, u otras enfermedades.

El Gobierno decretó veda de extracción de la concha negra como una medida para preservar el recurso (Gaceta, 2002). Esta veda prohíbe la extracción total de las dos especies durante el periodo comprendido entre 15 de abril hasta el 15 de julio.

Los meses de mayor extracción y consumo fueron durante la época seca, especialmente durante la Semana Santa y el mes de Diciembre.

La inocuidad en moluscos bivalvos, se define como la característica que estos deben poseer de estar libres de cualquier material extraño que presente un peligro a la salud humana. Esta característica puede verse afectada durante su producción, cosecha y/o extracción, por problemas de contaminación debido a la industria, actividades agrícolas, ganaderas y asentamientos humanos (MBPPA, 2003).

La selección adecuada del sitio de cultivo o extracción de este molusco, hace que el riesgo de contaminación del producto disminuya.

Esta investigación pretende contribuir con información para las autoridades ambientales y de salud pública para conocer el estado bacteriológico de las aguas en los sitios de extracción de las conchas y determinar la calidad de las mismas para el consumo humano.

Se analizaron diferentes bacterias como indicadores del estado de contaminación microbiológica del agua. La presencia de la bacteria *Echerichia coli*, puede deberse a varias fuentes de contaminación ambiental como las excretas del ganado, (Thelin and Gifford, 1983, Stoddard et al, 1998, Kress and Gifford 1984, Porter. M. 1997, Moore et al., 1989). Otra fuente de contaminación son los seres humanos, por la mala ubicación y/o construcción de las letrinas que están cerca de los cuerpos de agua permitiendo de esta manera la infiltración de bacterias patógenas a esos cuerpos de agua (Coyne, M. et al., 2004).

Otra bacteria analizada, *Salmonella spp*, que al igual que la *E. coli* es de origen fecal, provenientes de animales de sangre caliente, la presencia de *Salmonella* en los productos pesqueros y acuícola frescos o congelados, esta prohibida (NTON 03 003 04).

*Vibrio parahaemolyticus*, hasta hace unos cuanto años se decía que este tipo de bacteria era solamente patógena para las especies acuáticas, pero en Europa, Asia y los Estados Unidos de Norte América se han reportado casos de infecciones gastrointestinales causadas por este tipo de bacterias. Los *V. parahaemolyticus* son bacterias que forman parte de la flora normal de un cuerpo de agua salobre, ellas han sido clasificadas como bacterias que pueden causar enfermedades diarreicas en los seres humanos, por eso en la legislación nacional se han establecidos límites permisibles de esta bacteria en los productos pesqueros y acuícola frescos o congelados, (NTON 03 003 04).

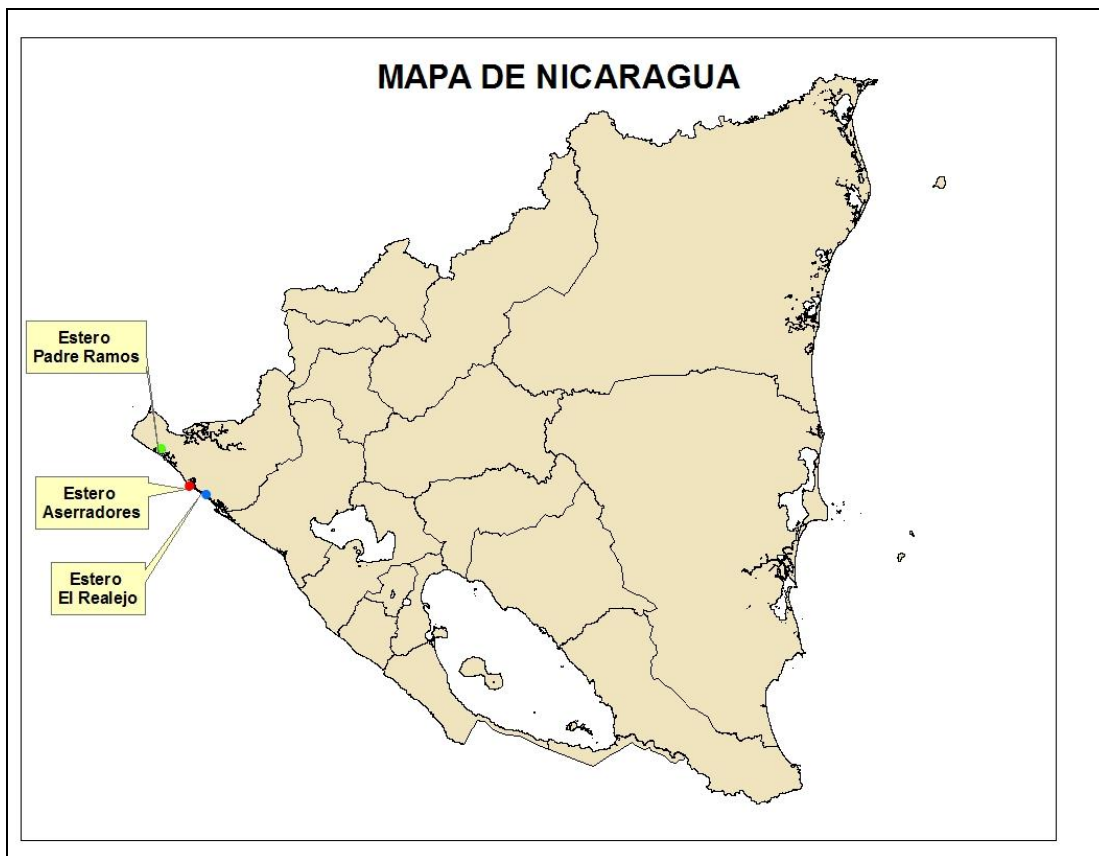
En el presente estudio se establece como objetivo principal la determinación de la calidad microbiológica del agua circundante a los bancos de *Anadara tuberculosa* y *Anadara similis* en los esteros Padre Ramos, Aserradores, El Realejo.

## MATERIALES Y METODO

### Área de estudio

El área de recolección de las muestras de agua se realizó en tres esteros ubicados en el nor occidente del país, por ser la zona de mayor extracción de dicho recurso. En la figura 1 y 2, se presentan los sitios en donde se hizo la recolección de las muestras de agua.

*Figura 1: Mapa de Nicaragua con la ubicación del área de estudio*

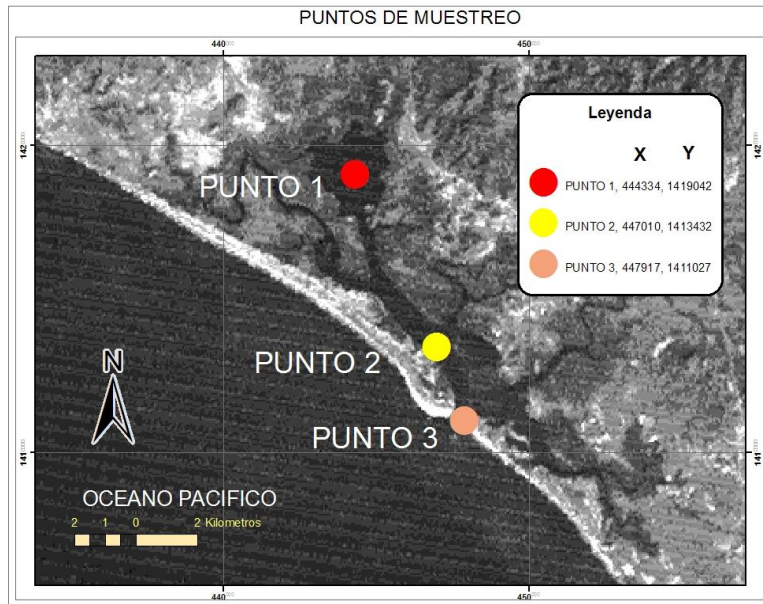


## Puntos de muestreo de muestreo

La recolección de las muestras se realizó durante las mareas bajas en cada uno de los puntos seleccionados.

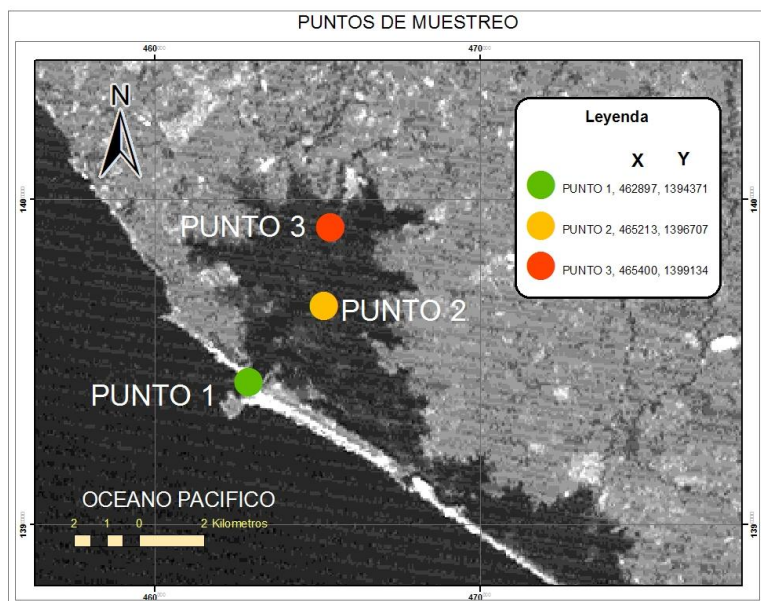
### Estero Padre Ramos

Figura 2: Puntos de muestreo en el Estero Padre Ramos



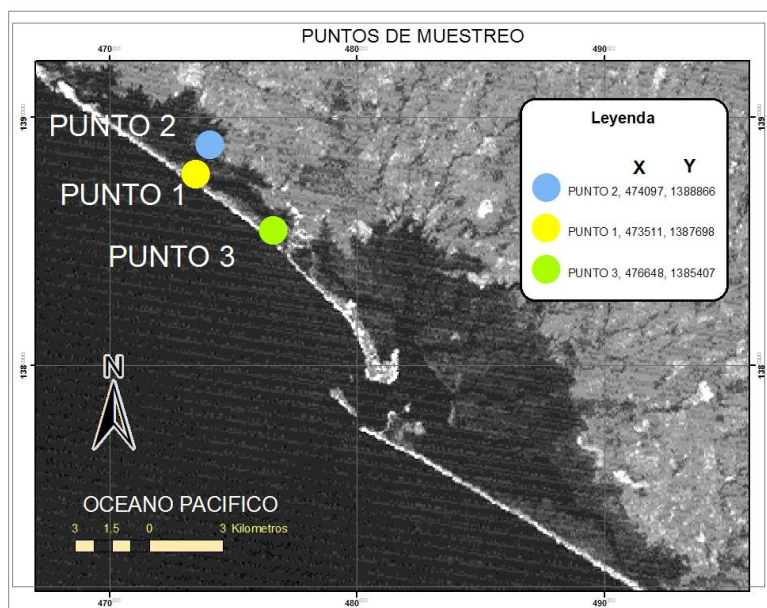
### Estero Aserradores

Figura 3: Puntos de muestreo en el Estero Aserradores



## Estero El Realejo

Figura 4: Puntos de muestreo en el Estero El Realejo



## Muestreo

La toma de muestra se hizo directamente con frascos plásticos estériles de capacidad de un litro, esto se realizó introduciendo el frasco cerrado hasta una profundidad de 30 cm. de la columna de agua, alcanzada esa profundidad se abrió el frasco y se llenó, se dejó un espacio de aproximadamente 3 cm. para facilitar la homogenización de la muestras; se tomó la precaución de no tocar la superficie interna de los frascos, para evitar la contaminación cruzada.

Las muestras se colocaron de inmediato en un contenedor provisto de una cama de hielo para climatizar la muestra; al finalizar la toma de muestra de las tres zona por estero se cubrió por completo de hielo alcanzando las muestras temperaturas de  $<10^{\circ}\text{C}$  y se transportaron de inmediato al laboratorio para su análisis, durante las primeras 24 horas.

## Análisis

El conteo de *E. coli*, se realizó por medio del método de Número Más Probable (NMP) más MUG, según el procedimiento del Standard Método. Los niveles permisibles utilizados para este estudio son los publicados por la EPA (agencia de protección del medio ambiente de los Estados Unidos de Norte América) en 1976, donde limitan la *E. coli* a  $< 43$  NMP/100 ml



La detección de *Salmonella spp.* se realizó por medio del método de aislamiento de la bacteria, este método es una modificación al Standard Método, los niveles bacterianos utilizados en este estudio son los publicados en la norma nacional NTON 03 003 04 donde dictan ausencia total de esta bacteria en cualquier producto pesquero o acuícola fresco o congelado, por esta razón se determinó que el agua donde se encuentran estos moluscos deben de estar libres de *Salmonella*.

La detección de *Vibrio parahaemolyticus* se realizó por medio del método de aislamiento utilizado por la FDA. Los niveles bacterianos utilizados para este estudio son los recomendados por el CIAD, Mazatlán, México ( $< 1.0 \times 10^5$  UFC/ml).

La recolección de las muestras se hizo por el personal del CIDEA-UCA, así como los análisis fueron hechos en el Laboratorio de microbiología del CIDEA-UCA cuyos analitos han sido acreditados por la Oficina Nacional de Acreditación del país bajo la norma nacional NTN 04 001 05 equivalente a la ISO/IEC 17025-05.

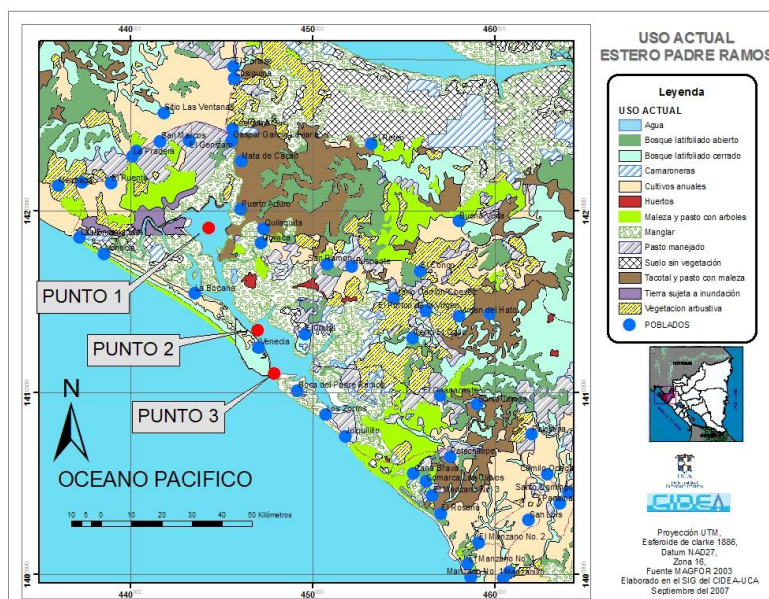
## RESULTADOS Y DISCUSION

### Resultados

#### Estero Padre Ramos

En el Estero Padre Ramos, se observó que el 36.11% de las muestras de agua, analizadas para *Echerichia coli*, estuvieron por encima de lo niveles permisibles decretados por la USEPA 1976 para pesca y cosecha de mariscos. (Valores menores a 43 NMP/100ml). La media de las muestras que sobre pasaron los limites permisibles fue de 156.53 NMP/100ml, estos elevados niveles bacterianos inciden en la calidad bacteriológica de las conchas negras.

Figura 5: Mapa de uso actual, estero Padre Ramos.



La incidencia encontrada en los tres puntos fue similar, es decir, de los meses de Enero hasta Mayo (época seca) menos del 10% de las muestras mostraron valores mayores a

los recomendados; a partir de la época de lluvia (junio hasta diciembre), los niveles se elevaron enormemente.

Para comprender esta situación se puede observar en el mapa de uso del suelo que alrededor del estero hay pequeñas zonas de pastizales (ganadería), muchos autores asocian esta actividad a problemas ambientales ya que con las pezuñas de este ganado provoca la permeabilidad del suelo, contribuyendo de esta manera a mayores escorrentías, (Porter. M. 1997). La materia orgánica que deja este ganado en los pastos contiene millones de bacterias que pueden sobrevivir por periodos muy prolongados, incluso hasta un año en ese suelo (Stoddard et al., 1998, Thelin and Gifford 1983, Moore et al., 1989, Van Donsel et al., 1967, Davies et al., 1995) y cuando las lluvias caen esta materia orgánica es arrastrada hacia los esteros afectando de esta manera la calidad bacteriológica de los cuerpos de agua, pero la presencia humana también tiene un impacto ya que la mala construcción o ubicación de las letrinas puede permitir la contaminación de los cuerpos de agua por el efecto de infiltración de las bacterias en el suelo (M.S. Coyne et al. 1996, Fulvio Celico et al. 2004, Stoddard et al., 1998).

Al analizar los niveles de pluviométricos reportados por el INETER para el departamento de Chinandega durante el 2006 y 2007 se encontró una correlación entre los niveles de coliformes versus los niveles pluviométricos del 23.8% (ver gráfico 2)

Los resultados de *Salmonella spp* indican que hay ausencia de esta bacteria en las aguas de este estero, o que los niveles de esta bacteria sean muy ínfimos. La sensibilidad del método aplicado por el laboratorio es (1 UFC/25 ml de agua.).

En referencia al *Vibrio parahaemolyticus*, los resultados mostraron que este tipo de bacteria ha permanecido dentro de los límites permisibles de  $1.0 \times 10^5$  UFC/ml

Gráfico 1: Resultados de *E.coli* en muestras de agua recolectadas en el Estero Padre Ramos.

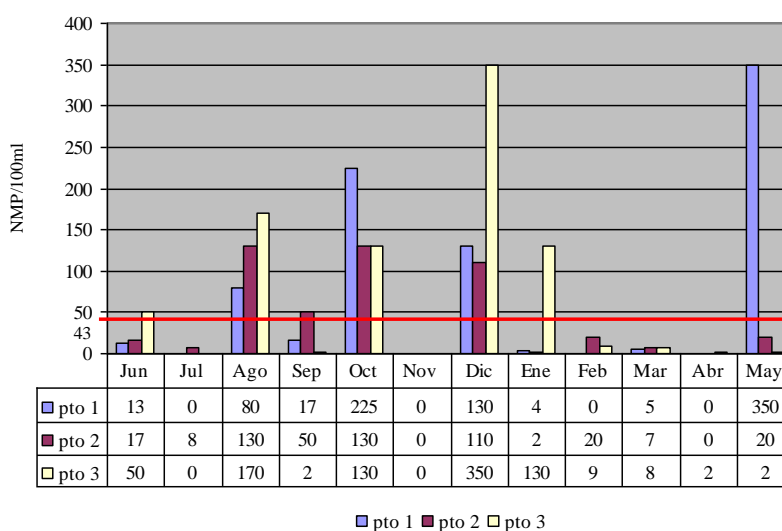
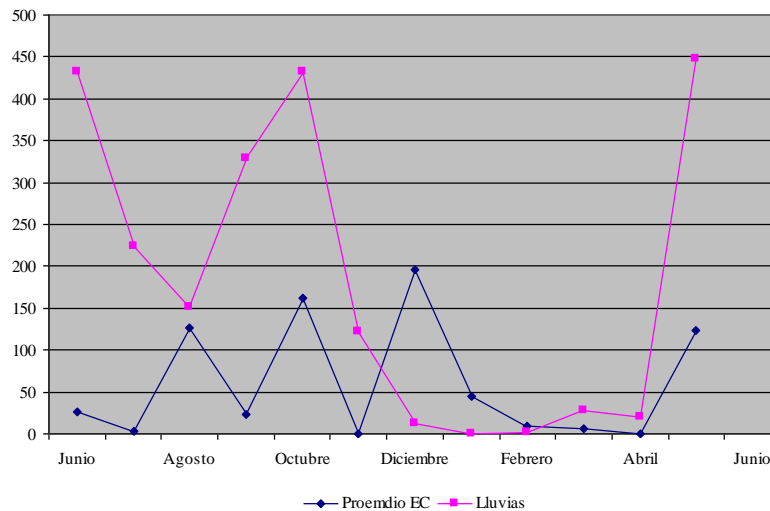


Gráfico 2: Relación entre los registros pluviométricos de estación meteorológica vs. concentración *E. coli* encontrados en las muestras de agua.

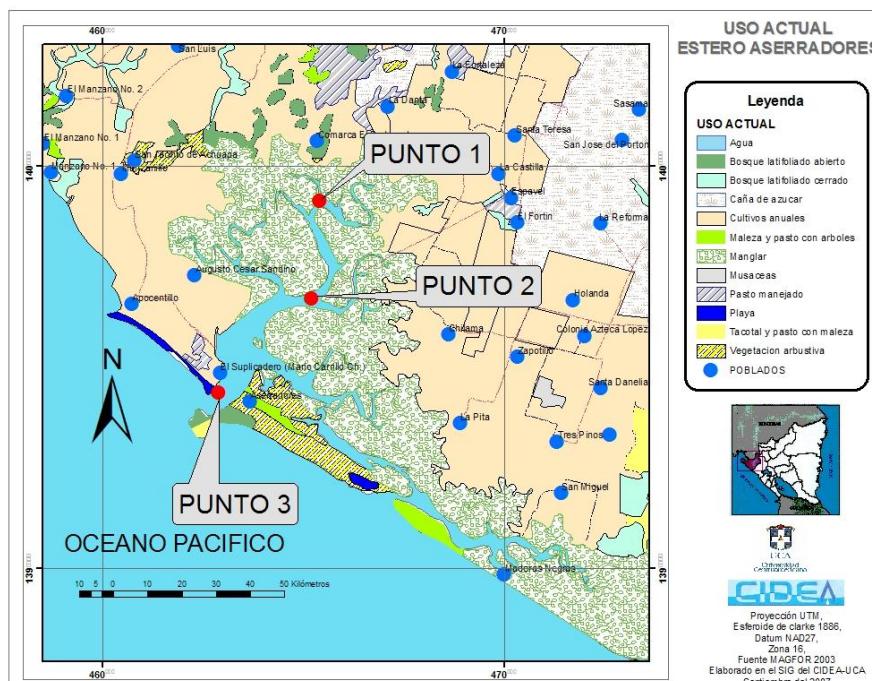


### Estero Aserradores

En el Estero Aserradores, se observó que el 25% de las muestras analizadas para *E. coli* estuvieron por encima de los niveles permisibles dictados por USEPA (ver grafico 3), la media de las muestras que estuvieron por encima de los limites permisibles fue de 170 NMP/100ml.

Dentro del Estero, el punto 1 mostró el mayor nivel de contaminación (30% de la muestras), seguidos del punto 3 (23%) y el de menor contaminación, el punto 2 con (15%).

Figura 6: Mapa de uso actual, estero Aserradores.



Como se puede apreciar en el mapa de uso del suelo del Estero Aserradores, hay una gran actividad agrícola a su alrededor (color crema), esas tierras son utilizadas en cultivos anuales y cañaverales. Sin embargo, cerca del punto 1 hay una pequeña comunidad, y hay una franja de tierra que es usada como pastizales, (indicador de actividad ganadera), lo que podría explicar la contaminación del punto. En el mismo mapa podemos observar que el punto 3 tiene cerca un área de pastizal, tanto el punto uno y tres son los puntos que mayores niveles de *E. coli* registran. Mientras que el punto 2 no tiene terrenos circundantes que sean utilizados como pastizales, y este punto es el que menos contaminación registra.

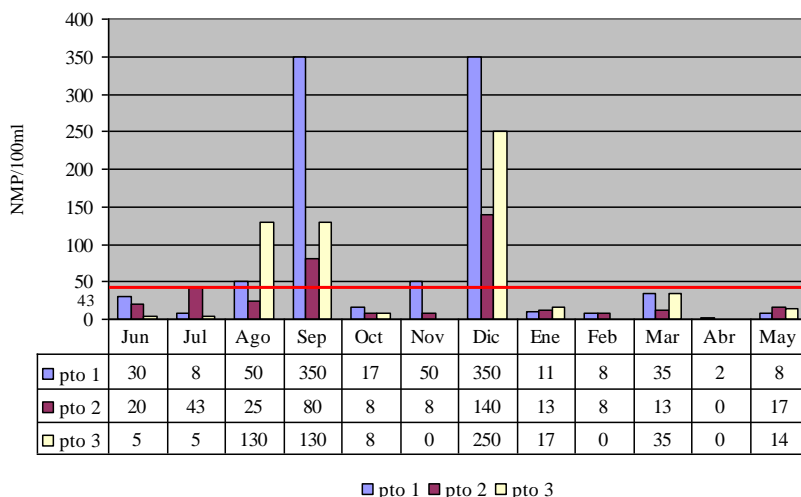
Según el análisis de correlación entre los niveles de coliformes vs. los niveles pluviométricos registrados por INETER fue del -9.53 % lo que indica que no hubo correlación entre estas dos variables. Sin embargo, está documentado el efecto de las precipitaciones pluviométricas con las concentraciones de bacterias (Donsel et al, 1967; Dewedar and Baghat, 1995; Stoddard, et al.; 1998).

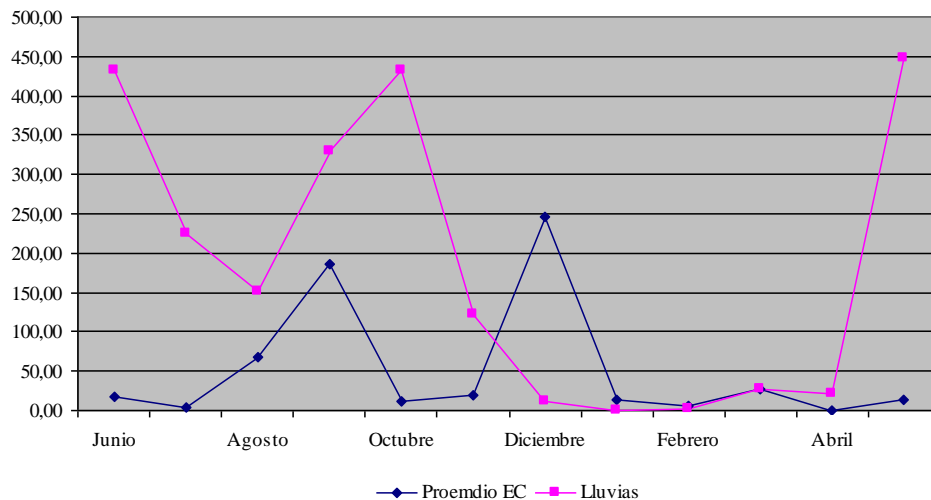
Los resultados obtenidos muestran que en este Estero hay un predominio de niveles permisibles de *E. coli*, en los meses de época seca; y aumentan al final de la época lluviosa (Septiembre y Diciembre). Ver gráfico 4.

El análisis de *Salmonella spp* demuestra la ausencia de esta bacteria en este cuerpo de agua.

Los resultados de *Vibrio parahaemolyticus* los en esta investigación han demostrado estar dentro de los límites permisibles  $<1.0 \times 10^5$  UFC/ml.

Gráfico 3: Resultados de *E.coli* en muestras de agua recolectadas en el Estero Aserradores.



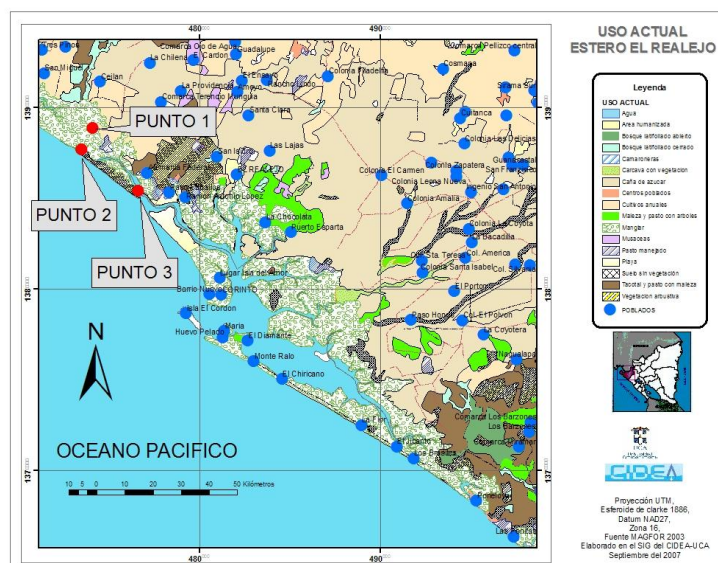


## Estero El Realejo

En el Estero El Realejo se observó que el 50% de las muestras analizadas por *E. coli* estuvieron por encima de los niveles permisibles que dicta la USEPA (ver grafico 5), la media de los niveles elevados de *E. coli* fue de 220.53 NMP/100ml,

Dentro del Estero el punto 3 mostró los niveles más altos de contaminación (61%), seguidos del punto 1 (46%) y el punto de menor contaminación fue el punto 2 (23%). Esto se debe a que en las zonas cercanas a los puntos tres y uno hay terrenos de pastizales utilizados por ganado vacuno (ver mapa de uso de suelos), esto explicaría el por que de la presencia constante de esta bacteria en estos puntos incluso en los meses de verano, aunque en menores concentraciones. Otra causa de contaminación que también podría estar afectando son los asentamientos humanos

*Figura 7: Mapa de uso actual, estero El Realejo.*





Entre los puntos 1 y 3 se puede apreciar que hay una franja de tierra color amarillo, esa franja de tierra corresponde a terrenos utilizados como pastizales de ganado vacuno, eso explicaría el por que solo en estos dos puntos hay una prevalencia constante de bacterias *E. coli* tanto en los meses de verano como de invierno. Los terrenos colindantes al punto 2 son utilizados como cultivos anuales y cañaverales, también en este punto hay una pequeña extensión de tierra utilizada para pastizales de ganado vacuno. El análisis de coeficiente de correlación da un valor de -1.20%, esto indica que no hubo correlación entre estas dos variables. Sin embargo, está documentado el efecto de las precipitaciones pluviométricas sobre las concentraciones de bacterias (Donsel et al., 1967; Dewedar and Baghat, 1995; Stoddard, et al.; 1998).

Aunque al igual que en los demás esteros analizados, la mayor contaminación por coliformes fecales se muestran en los meses de lluvia, en el caso del Estero El Realejo muestra prevalencia incluso en los meses de verano, aunque en una mayor proporción, en los meses de lluvia.

El análisis de *Salmonella spp* ha demostrado la ausencia de esta bacteria en este cuerpo de agua.

El análisis de *Vibrio parahaemolyticus* ha demostrado estar siempre dentro de los límites permisibles  $<1.0 \times 10^5$  UFC/ml

Gráfico 5: Resultados de *E.coli* en muestras de agua recolectadas en el Estero El Realejo.

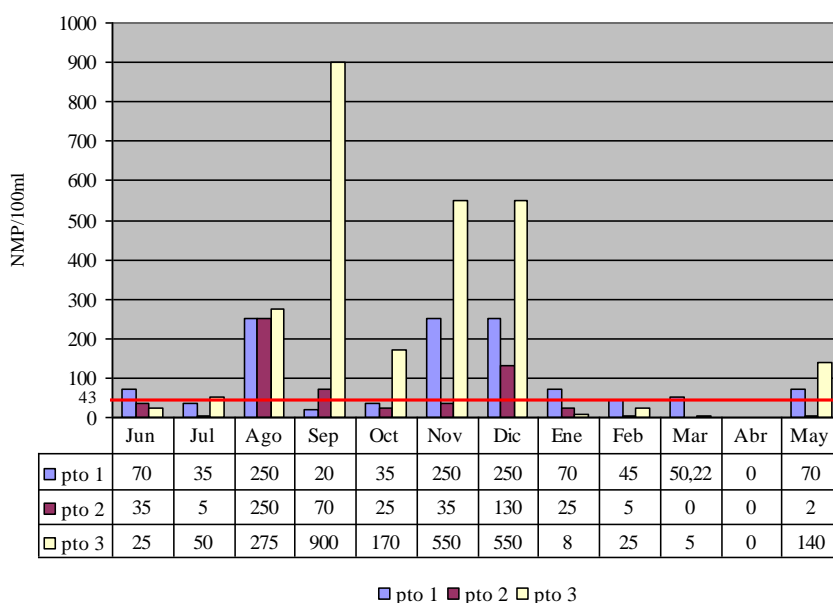
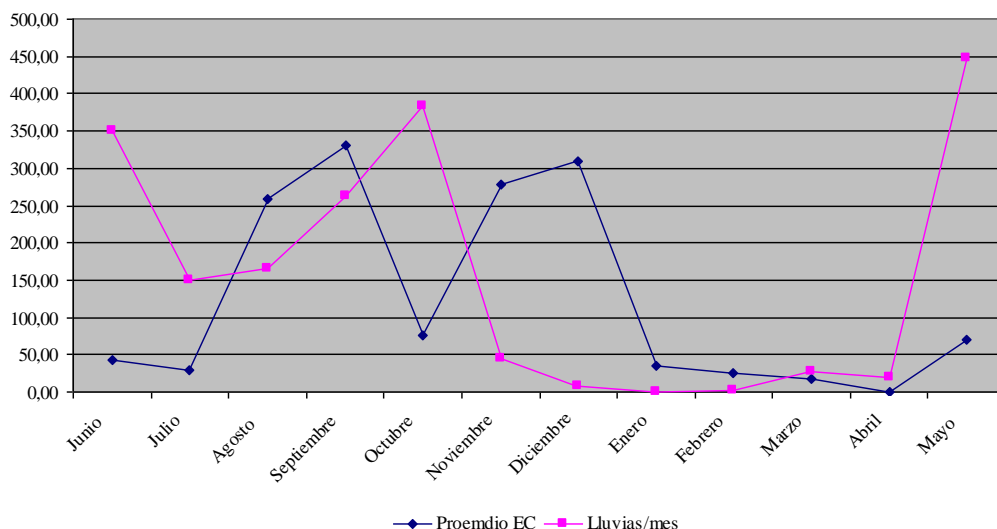


Gráfico 6: Relación entre los registros pluviométricos de estación meteorológica vs. Concentración *E.coli* encontrados en las muestras de agua.



## DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los esteros sirven como desagüaderos naturales de las cuencas, esto quiere decir que todo lo que está depositado en el suelo de una cuenca con las lluvias será arrastrado hacia el cuerpo de agua, y luego en el recambio de marea por la corriente será arrastrada hacia el mar.

La *E. coli* tiene la característica de sobrevivir por tiempos prolongados en las materias orgánicas que se encuentran en los pastizales (Stoddard, et al., 1998; Thelin and Gifford, 1983; Moore, et al., 1989) y debido que el suelo de los pastizales es permeable debido al constante pastoreo del ganado vacuno, la materia orgánica es más fácilmente arrastrada por las lluvias (Porter M., 1997).

Se observó claramente que en los meses de la época lluviosa se caracterizó por la mayor frecuencia de valores altos, mostrando cifras de valores altos de los meses de agosto y Diciembre de 89% y 100% respectivamente, en todas las estaciones muestreadas.

En los tres Esteros estudiados durante esta investigación marcan un comportamiento similar, en los meses de verano los niveles de *E. coli*, están por debajo de los límites permisibles, y en invierno aumentan, aunque los análisis de correlación solo en el estero Padre Ramos dio positivo con una valor del 23.8%.

El mapa de uso del suelo nos permitió explicar las posibles causas de contaminación, que coinciden con muchos autores, la que atribuye la contaminación del agua a diversos factores entre ellos la ganadería (Thelin and Gifford, 1983; Moore et al., 1989). Los puntos que reportaron mayores niveles de *E. coli* son los que colindan con los terrenos de pastizales, y los puntos que estaban alejados de ellos registraron niveles más bajos.

Otro dato importante son los asentamientos humanos en los tres esteros, con poblaciones promedio de 8000 habitantes (según el censo del INEC, 2005), la mayoría

de esta población cuentan con letrina, pero estas letrinas están mal construidas y/o ubicadas y por las características del suelo la permeabilidad es muy probable, esto puede provocar que las bacterias se transporten a través del suelo hacia los cuerpos de agua (Copene, M.; et al., 1996; Celico F.; et al, 2004)

La bacteria *Salmonella* no se detectó en ninguno de los esteros estudiados.

Los análisis de *Vibrio parahaemolyticus* demuestran que esta bacteria estuvo predominantemente dentro de los límites permisibles, cabe señalar que esta bacteria forma parte de la flora natural de aguas marinas, es patógena para algunas especies acuáticas por su característica de ser oportunista, que afecta al organismo acuático solo cuando este debilitado por estrés o por otra afectación.

## CONCLUSIONES

Los niveles de contaminación de *E. coli* corresponden en su mayoría a la época lluviosa, en general de los nueve puntos muestreados las incidencias mayores corresponden a los meses de Agosto (89%), Septiembre (67%), Octubre (56%), Noviembre (33%) y Diciembre (100%), correspondiendo a los meses de mayor precipitación. En los meses de Mayo y Junio en los cuales inicia la época lluviosa los niveles comienzan a subir con un 33% en ambos casos. En la época seca Enero a Abril la incidencia es casual representando de 0 a 11% en algún caso.

La época de veda corresponde con la época de valores más bajos, a su vez el mes de Diciembre es uno de los meses de mayor consumo de éste producto a nivel nacional y corresponde con valores más altos de contaminación.

En relación a los tres Esteros muestreados. El Estero El Realejo mostró la mayor prevalencia de muestras con valores superiores a lo recomendable (44%). También en dicho estero el punto tres fue el que indicó ser el punto más contaminado por mayor duración durante el año (8 meses). Siendo el segundo punto más contaminado también en el mismo estero correspondiendo al punto 1. El punto dos mostró niveles similares a los demás esteros. Todos los puntos que presentaron mayores niveles de contaminación están ubicados cerca de zonas de pastizales que nos indican ganadería en los alrededores.

El estero Padre Ramos y Aserradores mostraron niveles similares de muestras con niveles altos (23 y 28% respectivamente). En todos los casos corresponde a la época lluviosa. En ambos esteros el punto dos fue el que reflejó menos niveles de contaminación.

## RECOMENDACIONES

Continuar el estudio de prevalencia de coliformes fecales en la carne de las conchas para conocer los valores de las mismas.

Proponer un Código de Buenas Prácticas de Manejo para la extracción de las conchas



Identificar la ubicación de la extracción del producto, para certificar la calidad de agua de los sitios de extracción.

Estudiar la viabilidad de la veda en los meses de época seca, correspondiendo éstos a los valores más bajos de contaminación.

Para prevenir y reducir los niveles de contaminación las conchas se deberá de tomar en cuenta lo siguiente:

- El equipo utilizado para la extracción deberá de ser lavado.
- Los equipos deberán de ser de materiales que no se corroan y no tengan materiales tóxicos.
- Las conchas deben de ser lavadas con agua limpia de mar de buena calidad, de tal manera que queden libres de sedimentos.
- Se debe de evitar la exposición al sol de las conchas
- Las personas que estén padeciendo de enfermedades infecto contagiosas no deberían de extraer las conchas.
- Las conchas no deben de ser transportadas junto con otros productos que pueden contaminarlas (combustibles, desinfectantes, detergentes, insecticidas etc.).

Si las conchas presentan niveles más altos que los permisibles, o el agua donde son extraídas (zonas y meses que se conoce que existen valores altos); las conchas deberán ponerse en proceso de depuración, el cual consiste en inmersión del las conchas vivas en piscinas abastecidas con aguas de mar de buena calidad, la que debe de ser controlada. Si la inmersión dura el tiempo suficiente, las conchas por dilución irán bajando los niveles de bacterias hasta llegar a niveles aceptables.

En resumen, para asegurar la inocuidad de las conchas se deberá de contar con un monitoreo de las zonas de extracción, certificación de las zonas y zonas de depuración en caso necesario.

Es necesario hacer campañas de divulgación en las zonas de extracción con las comunidades y también con los intermediarios de la cadena de comercialización, de manera que la venta de productos certificados logre mejores precios en los restaurantes y otros sitios de consumo.

## REFERENCIA BIBLIOGRÁFICA

1. APHA, AWWA, WEF. (1998). *Standard Methods for the Examination of water and wastewater*. 20<sup>th</sup> edition. Baltimore, Maryland.
2. Centro Panamericano de Ingeniería Sanitaria (1986). *Calidad del agua en el medio marino*. Historia y aplicación de normas microbiológicas. 27 pág.
3. Centro de Investigación en Alimentos y Desarrollo A.C. Unidad Mazatlán en Acuicultura y Manejo Ambiental. (2003). *Manual de Buenas Prácticas de Producción Acuícola de Moluscos Bivalvos para la inocuidad alimentaria*.
4. Diario Oficial La Gaceta. (2002). *Resolución Ministerial No 54-02: Actualizar el sistema de vedas de especies silvestres*.
5. DEWEDAR, A. and D.M, BAGHAT. (1995). *Fate of fecal Coliformbacteria in a wastewater retention reservoir containing Lamna gibba*. Wat. Res. 29(11):2598 – 2600 pág.
6. CIDEA. (2005). *Estudio de mercado de moluscos, ostras, mejillones y almejas en Centroamérica y del mercado interno de conchas negras en Nicaragua*.
7. FULVIO, M; VARCAMONTI, M y NALCLERIO G. (2004). *Influence of precipitation and soil on transport of fecal enterococci in fractured limestone aquifers*. *Applied and Environmental Microbiology*. 2843-2847 pág.
8. FDA. (2004). *Bacteriological Analytical Manual Online*.
9. JAHNCKE, M.; SPENCER G.; REILLY A.; MARTIN, R. y COLE, E. (2002). *Public, Animal, and Environmental Aquaculture Health Issues*. John Wiley and Sons, USA. 204 pág.
10. KRESS, M. y GIFFORD, G. (1984). *Fecal Coliform release from cattle fecal deposits*. *Water Resources Bulletin*. 20 (1):61:66 pág.
11. MOORE J.; SMITH, J.; BAKER, E.; MINER, J. y MOFFITT, D. (1989). *Modelling bacteria movement in livestock manure systems*. *Transaction of the ASAE*. 32 (3):1049-1053 pág.
12. COYNE, M.; STODDARD, C.; GROVE, J. y THOM, W. (1996). *Infiltration of fecal bacteria through soils: timing and tillage effects* (en línea). Disponible en World Wide Web:  
<http://www.uky.edu/Ag/Agronomy/Extension/ssnv/ssv174.htm>.
13. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento Industria y Comercio (2005). *Norma técnica Nicaragüense. NTN 04 001 05; Requisitos Generales para la competencia de los laboratorios de ensayo y de calibración*. 39 pág.

14. Comisión Nacional de Normalización Técnica y Calidad, Ministerio de Fomento Industria y Comercio (2004). *NTON 03 003 04: Criterios microbiológicos aplicables a los productos pesqueros y acuícola frescos y congelados*. Pág. 5.
15. PORTER, M. (1997). *Programa Nacional de competitividad Nicaragua: Análisis de Sostenibilidad de la Industria Ganadera en Nicaragua*. 31 pág.
16. STODDARD, C.; COYNE, M y GROVE, J. (1998). *Fecal bacteria survival and infiltration through a shallow agricultural soil: timing and tillage effects*. *J. Environmental. Qual.* 27:1516-1523 pág.
17. THELIN, R. y GIFFORD, G. (1983). *Fecal coliform release patterns from material of cattle*. *J. Environ. Qual.* 112(1):57-63 pág.
18. DONSEL, D.; GELDREICH, E. y CLARKE, N. (1967). *Seasonal variation in survival of indicator bacteria in soil and their contribution to storm-water*. *Applied Microbiology*. 15(6):1362 -1370 pág.